

Självspredning av contortatall (*Pinus contorta*) på impedimentmark i Sverige

Self-spreading of lodgepole pine on unproductive land in Sweden



Foto: Jakob Nemer Barbiche

Jakob Nemer Barbiche



Examensarbeten

2013:12

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Självspredning av contortatall (*Pinus contorta*) på impedimentmark i Sverige

Self-spreading of lodgepole pine on unproductive land in Sweden

Jakob Nemer Barbiche

Nyckelord / Keywords:

Självspredning, impediment, skador, jämförelse, antal, altitud, temperatursumma / *Self-spreading, unproductive land, damage, comparison, quantity, altitude, temperature*

ISSN 1654-1898

Umeå 2013

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0706, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Per Hansson

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Biträdande handledare / *Assistant supervisor*: Björn Hånell

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Extern handledare: Magnus Andersson, SCA

Examinator / *Examiner*: Anders Granström

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handletts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

1. FÖRORD

Denna studie är gjord som mitt examensarbete för jägmästarprogrammet och omfattar 30 högskolepoäng. Arbetet gjordes vid institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU Umeå, men arbetet utfördes i uppdrag av Svenska Cellulosa Aktiebolaget (SCA) där Magnus Andersson varit grunden till arbetets uppkomst. Magnus Andersson har tillsammans med sin kollega Henrik Larsson även bidragit med information och synpunkter kring arbetet som varit av mycket stort värde vilket jag tackar för. Därutöver vill jag tacka min handledare, docent Per Hansson och biträdande handledare professor Björn Hånell för att ha bidragit med mycket värdefulla kommentarer och idéer kring arbetet. Slutligen har forskarassistent Anders Muszta samt universitetslektor Sören Holm bidragit med värdefulla synpunkter på den statistiska analysen, stort tack.

2. SAMMANFATTNING

I Sverige finns det ungefär 475 000 hektar skogsmark där den från Kanada introducerade contortatallen (*Pinus contorta*) utgör mer än 65 % av den totala grundytan. Genom aktiv skogsanläggning har *P. contorta* blivit Sveriges sjunde vanligaste trädart sett i ett volymmässigt perspektiv. Därför är det av stor vikt att ha god kännedom om hur arten sprider sig i det svenska skogsekosystemet.

När *P. contorta* introducerades ansågs den sakna förmåga att självspida sig (fröså sig), men senare visade det sig att andelen serotina kottar varierar mellan olika träd och att den kan självspida sig på produktiv skogsmark.

Resultatet av studien visar att *P. contorta* spridit sig 103 meter på hållmarksimpediment och 136 meter på myrmarksimpediment. Mängden självspidda plantor har varierat mellan 0-157 per ha med ett medeltal på 26 plantor per ha. Regressionsanalysen tyder på att det är vegetationstypen, marktypen och moderbeståndets ålder som påverkar självspidningen av *P. contorta*. Självspidningen av *P. contorta* är minst på de torraste och fuktigaste ståndortstyperna. Om vegetationstypen består av ris, ökar antalet contortaplantor/ha med 37 stycken, hållmarksimpediment ger en liknande ökning med 36 contortaplantor/ha. En ökning av moderbeståndets ålder med ett år gav en ökning med 11 contortaplantor/ha, men åldersspannet i testet var endast fyra år och därför bör det finnas en annan bakomliggande orsak till ökningen, vilken sannorlikt skulle kunna vara olika proveniensers.

3. ABSTRACT

In Sweden there are 475 000 hectares forestland where the introduced (exotic) *P. contorta* represent more than 65 % of the basal area. This is a result of active regeneration and it makes *P. contorta* the seventh most common tree species in Sweden based on volume production. This is one reason why it's necessary to understand how *P. contorta* can regenerate in the Swedish forest ecosystem.

When *P. contorta* for the first time was introduced in Sweden people believed that *P. contorta* couldn't regenerate itself. Later it was found that that the proportion of serotinous cones varies between different trees which could affect the possibility of self-spreading.

The result of the study has shown that *P. contorta* has spread 103 meters on pour marks impediments and 136 meters on marshlands. The amount of self-spreading seedlings has varied from zero to 157 ha⁻¹ and the average number of self-spreading seedlings is 26 ha⁻¹. Regression analysis indicates that it's the type of vegetation, land type and stand age that affects the self-spreading of *P. contorta*. The self-spreading of *P. contorta* is less on the driest and wettest land types. The vegetation, dwarf shrubs results in an increase of 37 *P. contorta*/ha⁻¹ and the land type has a similar increase of 36 *P. contorta*/ ha⁻¹. In one year the stand age affects the self-spreading with 11 *P. contorta*/ ha⁻¹, but there was only four years difference between the stands which means that there should be another underlying cause for the self-spreading and that could be different proveniences of *P. contorta*.

Innehållsförteckning

1. FÖRORD.....	1
2. SAMMANFATTNING	2
3. ABSTRACT	3
4. INLEDNING	5
4.1 Bakgrund	5
4.2 Fröspridning.....	7
4.3 Risker.....	8
4.4 Tidigare studier.....	8
4.5 Problemformulering.....	10
5. MATERIAL OCH METODER	11
5.1 Allmänt	11
5.2 Urval för inventering	11
5.3 Data.....	11
5.4 Statistiska analyser	12
6. RESULTAT	15
7. DISKUSSION	20
7.1 Har <i>P. contorta</i> självspredits mer än <i>P. sylvestris</i> på impedimentmark i Sverige?	20
7.2 Har <i>P. contorta</i> självspredit sig på impedimentmark?	20
7.3 Skador.....	21
7.4 Metodkritik och felkällor.....	22
7.5 Framtida studier.....	22
8. KÄLLFÖRTECKNING	23
9. BILAGOR	25

4. INLEDNING

4.1 Bakgrund

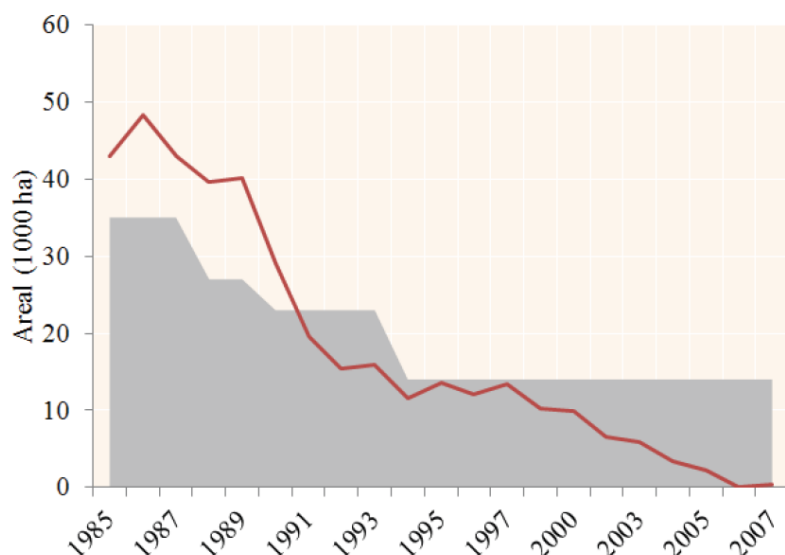
Innan trakthyggesbruket slog igenom storskaligt i Sverige brukades skogarna genom dimensionshuggning. Detta resulterade i skogsutglesning och en brist på ungskog av god kvalité. En brist på ungskog ansågs kunna ge en virkessvacka i början av 2000-talet och när problemet blev känt påbörjades utvecklingen av en ny avverkningsmetod. Den nya metoden var kalavverkning med aktiv skogsanläggning vilken började slå igenom under åren 1940-1950.

För att fylla ut den misstänkta virkessvackan fanns det två olika strategier. Den ena var mer defensiv och gick ut på att reducera avverkningar i de högre åldersklasserna och därigenom avsätta slutavverkningsmogen skog till senare skeden. Den andra strategin var mer offensiv och gick ut på att öka tillväxten av den nuvarande skogen genom gödsling eller användning av genetiskt förädlade träd och exoter (Hagner, 1989).

SCA (Svenska Cellulosa Aktiebolaget) var det bolag som tidigt satsade mycket på att plantera den från Kanada introducerade (exotiska) contortatallen (*Pinus contorta*). De första försöksodlingarna anlades under 1920-talet, men de började odla *P. contorta* storskaligt i Sverige först under 1970-talet (Hagner 1989). De försöksodlingar som anlades under 1920-talet hade levererats av en finsk fröfirma, AB Proveniensi, som hade fått tag i frön från British Columbia och Alberta. Contortamaterialet hade tyvärr allt för bristande proveniensinformation för att användas vid utvärdering av de olika proveniensernas lämplighet till odling i Sverige (Hagner, 1989).

Anledningarna till att SCA valde just *P. contorta* var framförallt dess större volymtillväxt. *P. contorta* var även tåligare i föryngringsfasen och hade en högre plantöverlevnad än de övriga exoterna som var aktuella för skogsodling i Sverige under denna tid (von Segebaden, 1993). En av de andra exoterna som var aktuell för skogsodling i Sverige var sibirisk (rysk) lärk (*Larix sukaczewii* Dylis) (Hagner 1989).

År 1982 nådde contortaodlingen sin kulmination då det var tillåtet enligt skogsvårdslagen att odla 35 000 ha per år i Sverige. Som en följd av omfattande skador orsakade av skadesvampen *Gremmeniella abietina* minskade Skogsstyrelsen den årliga maximala odlingsarealen från 35 000 ha till 27 000 ha, år 1985. Därefter reduceras den ytterligare år 1989 då maximalt 23 000 ha per år fick odlas med *P. contorta* (von Segebaden, 1993). Enligt skogsdata (2010) var den totala arealen som odlades med *P. contorta* högre än Skogsvårdslagens högsta tillåtna under åren 1985-1990 (Figur 1).



Figur 1. Linjen är den årliga arealen som odlades med *P. contorta* enligt Riksskogstaxeringen, medan staplarna symboliserar den högsta tillåtna arealen som fick odlas med *P. contorta* enligt skogsvårdslagen (Skogsdata 2010).

I Sverige finns det ungefär 650 000 ha produktiv skog där *P. contorta* utgör mer än 5 % av grundytan. Skogsdata (2010) definierar contortaskog som produktiv skogsmark när grundytan består av minst 65 % *P. contorta*. Enligt denna definition finns det 475 000 ha contortaskog i Sverige vilket motsvarar 2 % av all produktiv skogsmark. I södra Norrland utgör *P. contorta* 4 % av den produktiva skogsmarksarealen och det är den högsta koncentrationen av *P. contorta* i Sverige, följt av norra Norrland som har 3 %. Totalt är 93 % av contortaskogarna belägna i Norrland, resterande i Svealand. Ur ett volymmässigt perspektiv har *P. contorta* blivit Sveriges sjunde vanligaste trädslag, då dess virkesförråd motsvarar 1 % av Sveriges totala virkesförråd (Skogsdata, 2010).

Det finns särskilda regler över vad som gäller vid användning av exotiska trädslag i Sverige. Enligt Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till Skogsvårdslagen (SKSFS 2011:7) står det att all föryngring av exotiska trädslag som överstiger 0,5 ha ska anmälas till Skogsstyrelsen. *P. contorta* får användas vid skogsodling mellan 60° N och 68° N, såvida altituden är inom högsta tillåtna (SKSFS 2011:7). För Värmlands- och Örebro län gäller ett undantag, där får *P. contorta* odlas ner till 59°30'. Det är inte tillåtet att odla *P. contorta* på marker där inhemska trädslag har svårt att klara sig på grund av otillräcklig hårdighet eller där ståndortsindex är $\geq T24/G24$. Vidare får *P. contorta* inte odlas närmare än en kilometer från nationalparker och naturreservat.

P. contorta har sitt ursprungliga utbredningsområde från 30° N till 64° N med centrum i British Columbia. Det gör *P. contorta* till det mest utbredda barrträdet i västra Nordamerika. *P. contorta* som art växer naturligt på en lång rad olika ståndort- och klimatförhållanden och från havsnivå till cirka 3 900 meter över havet. Detta klarar ingen annan tallart (Skogsstyrelsen, 1992).

4.2 Fröspridning

Den huvudsakliga faktorn som påverkar fröspridningen är vindens riktning och styrka. Vid normala vindförhållanden faller fröna normalt inte längre än 100 meter från närmsta moderträd. Vid kraftiga vindar och där moderträden är högt belägna på en ås eller ett berg kan de spridas betydligt längre (Ledgard, 1993). De faktorer som påverkar ett träds invasivitet är fröets vikt, storlek och hur tidigt trädet börjar producera groddbara frön (Rejmanek & Richardson, 1996). I Sverige kan *P. contorta* producera kottar redan från 10 års ålder och dess frön är mycket lätta och små (Ledgard, 2001).

P. contorta gror bäst i blottad mineraljord där konkurrensen är låg från övrig vegetation. *P. contorta* är även mer skuggtålig och klarar lägre temperaturer än *P. sylvestris*. Dessutom verkar den ha bättre förutsättningar att gro på blöta marker. I jämförelse med *P. sylvestris* är *P. contorta* mer konkurrenskraftig. Detta gäller framförallt på blötare och skuggigare partier (Ohlson & Zackrisson, 1992). Trots att den gror bättre på dessa marker är de osannolikt att den ska växa till frö mogen ålder då tillväxten avtar med tiden (Engelmark et al. 2001).

P. contorta har frön som är inkapslade i serotina kottar. Det innebär att kottarna inte enbart öppnas efter en tidsrelaterad mognad utan kräver en förhöjd temperatur. Därför anses *P. contorta* vara brandanpassad då det är bränder som i huvudsak främjar kottklängningen. Tillräckligt höga temperaturer för kottklängning förekommer också varma sommardagar inom 30 centimeter ovanför marken (Perry & Lotan, 1977). De flesta kottarna från serotina contortatallar öppnas inom temperaturen 40-60° C. Vissa träd är inte serotina vilket innebär att de kan öppna sig redan från 25° C. Slutligen finns det en intermediär grupp som klänger sina kottar mellan 35-50° C. Det är huvudsakligen unga träd upp till 20-30 år som producerar kottar som inte är serotina (Perry & Lotan, 1977).

I Sverige används inlandsformen av contortatall (*Pinus contorta*, var. *latifolia*) vilken är mindre spridningsbenägen än kustformen (*Pinus contorta*, var. *contorta*). Därför anser Ledgard (1993) att Sverige inte löper samma risk för självspredning som Nya Zeeland gjorde, då Nya Zeeland använde kustformen och fick stora problem med oönskad självspredning. Även om inlandsformen av *P. contorta* visat sig mindre spridningsbenägen menar Engelmark (2011) att det är omöjligt att förutsäga riskerna vid införandet av en exot och tror att spridningen kommer att öka i samband med contortabeståndens ökade ålder.

Enligt Engelmark et al. (2001) kan risken att *P. contorta* okontrollerat sprids minskas genom att beakta följande punkter vid etablering av contortabestånd.

- Contortabestånd ska inte anläggas på bergstoppar eller liknande områden där vinden kan sprida fröna längre sträckor.
- Bestånden ska försöka aggregeras till områden där contortatallens spridningspotential är lägre.
- En kantzon med inhemska träd runt contortabeståndet kan minska fröspridningen genom att contortatallarna längs kantzonen producerar mindre kottbärande kvist. Att de producerar mindre kvist beror på att de inte får samma solljus som om de själva hade utgjort kantzonen.
- Försök att utforma contortaplanteringarna på ett sätt som minimera andelen kantzon i vinkel med vindens härskande riktning under tiden då kottklängning normalt sker.

- Se över områden som angränsar mot contortabestånd och håll utkik efter självföryngrade plantor av *P. contorta*. Alla självföryngrade plantor bör avlägsnas innan de börjar producera groddbara frön.

4.3 Risker

P. contorta tillhör samma släkte som *P. sylvestris*. Det innebär att när den introducerades till Sverige kom den till ett område där en närbesläktad art redan fanns i stor utsträckning. Detta ökar risken för att *P. contorta* eller *P. sylvestris* ska angripas och vara mer mottaglig för varandras skadegörande svampsjukdomar och insekter. Att risken ökar beror på att de inte hunnit utveckla någon form av resistens mot varandras skadegörare (svampar och insekter). Det går därför inte att garantera att en exot kommer att producera virke efter sin tillväxtmodell då oförutsägbara förhållanden och kalamiteter kan hämma både tillväxt och kvalitet (Skogsstyrelsen, 1992).

För att minska risken för skador när *P. contorta* odlas i Sverige är det bäst att använda en nordlig proveniens, eftersom dessa i regel är mer resistent mot patogener (Karlman, 1984). Inledningsvis ansågs dock sorkskador vara det största hotet mot *P. contorta*, då sorken föredrar *P. contorta* framför *P. sylvestris* (Karlman, 1984). Proveniensen av *P. contorta* saknar betydelse i detta fall, istället är det markens vegetationssammansättning och områdets geografiska läge som påverkar andelen skador. *P. contorta* klarar i regel av att återhämta sig efter allvarliga sorkskador (Karlman, 1984).

På senare tid har angrepp av tallens knopp- och grentorka, *Gremmeniella* påträffats i norra Sverige. *Gremmeniella* är en känd skadesvamp som angriper många olika barrträdsarter däribland *P. contorta* och *P. sylvestris*. Sjukdomen drabbar framförallt unga träd och plantor. Det som karaktäriserar infektionen är att barren på angripna träd och plantor dör från barrbasen utåt mot barrspetsen. Följden av detta kan bli att skottskjutning uteblir och att infektionen kan vandra vidare till stammen och orsaka större skada. Skador på stammen strax ovanför marken har ofta dödlig utgång (Karlman, Lundh & Martinsson, 1982). Orsaken till *Gremmeniella*-utbrotten på *P. contorta* i norra Sverige var en längre period av extrema snö- och temperaturförhållanden under vintern 1987/1988 (Karlman, 2001). Detta stärks av Yokota (1975) som påvisat att ovanligt låga temperaturer i kombination med djup snö är två faktorer som främjar utbrotten av *Gremmeniella*. Enligt Riksskogstaxeringens inventeringar är dock svampangrepp generellt sett ovanligare på *P. contorta* än på *P. sylvestris* (0,3 % respektive 1,8 %) (Skogsdata, 2010).

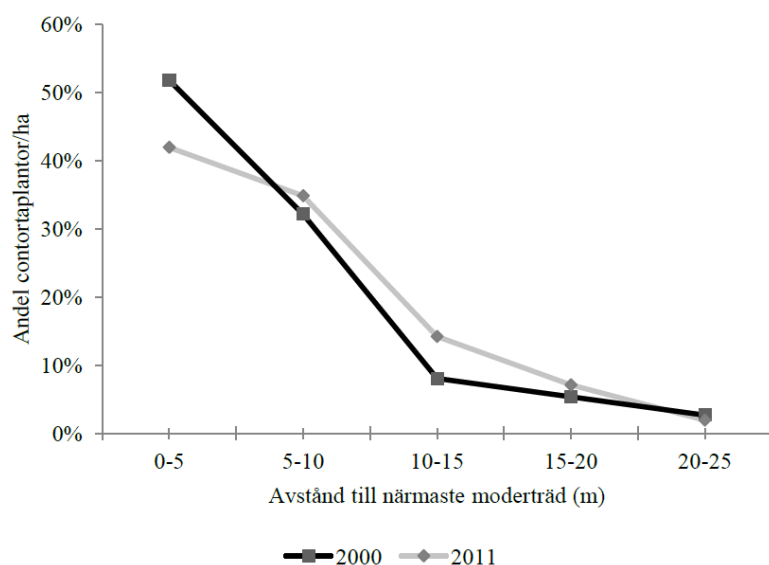
4.4 Tidigare studier

Det finns två tidigare studier över huruvida *P. contorta* självföryngrar sig i anslutning till planterade bestånd i norra Sverige. Den första studien som gjordes var av Edin (2000) och den andra av Sjödin (2012). Contortabestånden som ingår i studierna är tagna ur SCA:s odlingsförsök som anlades under 1970-talet. Dessa är utlagda från 62:a till 66:e breddgraden och altituden varierar mellan 120 till 510 meter.

Edin (2000) gjorde 188 provytor som sträckte sig 25 meter in i beståndet och 25 meter ut från beståndet. Där fann han 117 contortaplantor per ha utanför beståndets kantzon. 68 % av contortaplantorna växte på störd mark, framförallt vägkanter. De flesta plantorna, 53 % växte inom fem meter från närmsta moderträd (Figur 2), och medelspridningsavståndet för de

objektivt funna plantorna var 6,7 meter. Edin (2000) menar därför att *P. contorta* har en begränsad spridningspotential i Sverige.

Studien som Sjödin (2012) gjorde omfattade 20 av de 21 bestånd som Edin (2000) hade inventerat. Det gjorde att antalet plantor per ha för Edin (2000) räknades om i den senare studien. Sjödin (2012) visade att antalet *P. contorta* under den förflutna tioårsperioden hade ökat från 126 till 165 plantor per ha. Hela 86 % av alla contortatallar som hittades hade etablerats på störd mark. Sjödin (2012) visade likt Edin (2000) att antalet självspridda contortaplantor minskade med ökande avstånd från närmsta moderträd. Enligt Edins studie (2000) hade 84 % av alla självspridda contortatallar etablerats inom tio meter från närmsta moderträd (Figur 2). Denna siffra var något lägre i Sjödins studie (2012) då 77 % av contortatallarna återfanns inom tio meter från närmsta moderträd (Figur 2).



Figur 2. Avstånd till närmaste moderträd från Edin (2000) och Sjödin (2012) studie av de självföryngrade contortaplantorna (Sjödin 2012).

Ohlson och Zackrisson (1992) gjorde en annan intressant studie över olika barrträdsarters grobarhet och mortalitet på två olika typer av mikrohabitat. De barrträd som omfattades av studien var *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta*, *Picea abies* och *Picea mariana*. Det ena mikrohabitatet bestod av vitmossor (*Sphagnum angustifolium/fuscum*) och det andra av väggmossa (*Pleurozium*). Det mikrohabitat som var mest gynnsamt för frögroning var *Sphagnum angustifolium/fuscum*. När det gäller mortaliteten var ordningen den motsatta där hade *Pleurozium* den lägsta dödligheten bland de barrträd som ingick i studien. Orsaken till att plantor på marker med *Sphagnum angustifolium/fuscum* hade högre mortalitet var att mossan konkurrerade ut groddplantorna genom överväxt. *Sphagnum angustifolium/fuscum* har en tillväxt på cirka 15 mm per år vilket betyder att en groddplanta måste växa minst 75 mm under fem år för att inte bli överväxt. *P. contorta* var det trädslag som hade lägst mortalitet och detta beror främst på dess överlägsna tillväxt. (Ohlson & Zackrisson, 1992).

Det gjordes en studie av Kardell och Wallsten (1989) som syftade till att undersöka olika gruppers attityder till *P. contorta* i fält. Försöket gick ut på att 74 personer vandrade igenom fem olika bestånd, två bestånd bestod av *P. contorta* ett bestånd av *P. sylvestris*, ett av *Picea abies* samt ett blandskogsbestånd. Contortabestånden upplevdes vara något ljusare, men mer onaturliga än de övriga bestånden. I övrigt ansågs contortabestånden vara lika trevliga, framkomliga och ha samma möjligheter till friluftsliv som genomsnittsskogen i försöket.

De flesta personerna i försöket kände inte igen *P. contorta* i fält, men hade en teoretisk riktig bakgrund om trädslaget. Vad gäller användandet av *P. contorta* vid skogsodling var de flesta indifferent till men tyckte att skogsbruket skulle iaktta försiktighet vid sin satsning på exoten. Hälften av personerna som ingick i studien fick på förhand veta att försöket gällde *P. contorta*. Dessa hade betydligt mer negativ inställning till trädslaget (Kardell & Wallsten, 1989).

4.5 Problemformulering

Det finns indikationer på att *P. contorta* självföryngras på impedimentmark. Därför är det på sin plats med en studie av contortatallens självföryngringsförmåga för att vid behov kunna vidta åtgärder.

Problemformulering omfattar följande frågeställningar:

- Skiljer sig antalet *P. contorta* från antalet *P. sylvestris* på myr- och hållmarksimpediment?
- Vilka variabler kan ha betydelse för antalet självspredda contortatallar?
- Om *P. contorta* självföryngras på myr- och hållmarksimpediment, hur långt har den då spridit sig?
- Lider *P. contorta* på impedimentmark av några allvarliga skador?

Syftet med det här examensarbetet är att utreda huruvida *P. contorta* självspredit sig på myr- och hållmarksimpediment i anslutning till SCA:s 35-39 åriga odlingsförsök i norra Sverige.

5. MATERIAL OCH METODER

5.1 Allmänt

I det här arbetet lades stor vikt vid att via litteraturstudier sammanställa grundläggande kunskaper om *P. contorta* avseende bland annat dess naturliga utbredningsområde, kemiska sammansättning och fröspridning samt risker med att introducera *P. contorta* utanför det naturliga utbredningsområdet. Därtill gjordes en kort genomgång av tidigare genomförda studier av contortatallen som har bäring på detta ämnesområde.

På den basen gjordes sedan en inventering av hur långt självföryngrade contortaplantor spridit sig i förhållande till bestandsgränsen. Spridningen avser myr- och hållmarksimpediment. Inventeringen ägde rum under augusti och september månad år 2012.

5.2 Urval för inventering

Beståndsurvalet genomfördes med hjälp av GIS, där contortabestånd ≥ 35 år gränsade till myr- och hållmarksimpediment identifierades (Bilaga 1). När alla dessa identifierats summerades bestånden per län. Utifrån hur många bestånd som fanns i varje län räknades den procentuella andelen som varje län skulle representera i inventeringen fram. Detta gjordes genom att ta antalet bestånd som skulle inventeras dividerat med summan av bestånden i länet. Därefter gjordes ett beståndsurval genom att använda funktionen *Dataanalys i Excel* som slumpade ut ett sampel per län. Slumpningen gjordes med återläggning och om samma bestånd kom upp två gånger slumpades ett nytt ut. Därefter kontrollerades varje bestånd i GIS för att se till att de var lämpliga för inventering. Lämpliga för inventering var de bestånd som angränsade mot myrmark med minst 100 meter och 60 meter för hållmark. Dessutom fick det maximalt finnas *P. contorta* på två sidor om den mark som skulle inventeras, dessa skulle då vara parallella med varandra. Om inte kraven var uppfyllda ströks beståndet och istället valdes det bestånd som låg närmast och uppfyllde kraven.

När beståndet lokaliseras i fält gjordes en kontroll för att se till att beståndet uppfyllde kraven för inventering, därefter bestämdes transekternas riktning. Riktning var åt det håll där impedimentmarken stäckte sig längst. Transektens bredd var 2 meter bred och max 150 meter lång (300 m^2). Längden på transekten grundades efter Richardsson et. al (2000) som menar att en invasiv art ska ha spridits minst 100 meter på mindre än 50 år. Det gjordes åtta transekter per bestånd på myrmarksimpediment (HO/M). Vid hållmarksimpediment (HE) var transekten av samma storlek, men antalet transekter reducerades till fyra per bestånd. Avståndet mellan transekterna beräknades genom kantzonens längd dividerat med tio respektive sex. Detta för att transekten skulle ha minst tio meter till omkringliggande kantzoner samt att transekterna inte skulle ligga närmare varandra än tio meter. Längden på transekten mättes med en trådmätare (Walktax) denna hade en noggrannhet på $\pm 2 \%$. Bredden på transekten mättes med tumstock på 200 centimeter.

5.3 Data

Längs transekterna räknades alla plantor av *P. contorta*, men endast plantor av *P. sylvestris* som var större än 10 centimeter och mindre än 300 centimeter. Arterna skildes åt genom att smaka på barren, där *P. contorta* smakar mer citrus. Vid oklarheter jämfördes plantan med en

contortaplanta som medbringats vid inventeringen. För varje contortaplanta dokumenterades avståndet till närmsta frökälla i meter, plantans höjd i centimeter samt toppskottets längd i centimeter. Efter Karlman, Lundh och Martinsson (1982) delades vitaliteten in i fyra grupper där ett var ingen skada, två var lätt skada, tre var allvarlig skada och fyra var svår skada. Om plantan hade vitaliteten större än ett noterades skadetyper. Samtliga contortaplantors vitalitet dokumenterades skriftligt och med fotografi. Därutöver delades impedimenten in i tre olika klasser; trädlöst myrmarksimpediment (M), homogen trädbevuxet myrmarksimpediment (HO), som tillsammans benämns som myrmark samt heterogen trädbevuxen hållmarksimpediment (HE) som benämns som hållmark (Hägglund & Lundmark, 2007).

Vegetationstypen på myrmark klassades efter boniteringshandboken för torvmark (Hånell, 2008), medan hållmark klassades efter boniteringshandboken för markvegetationstyper (Hägglund & Lundmark, 2004). Detta gjordes för varje enskild contortaplanta med hjälp av en aluminiumram som placerades omkring plantan. Ramens storlek var 50 x 50 centimeter och intill plantan placerades en pinne där plantans id-nummer antecknades för att veta vilken planta som var aktuell i fotografiet. Vid varje planta mättes även jorddjupet i centimeter med en jordsond.

Det gjordes en subjektiv inventering där contortaplantar som påträffades vid förflyttning mellan transekterna eller som direkt var synliga på den impedimentmark som inventerades räknades, höjdmättes och där avståndet till närmsta frökälla mättes med GPS.

För att veta beståndens position användes GIS där funktionen *future to point* gav beståndets centrumkoordinater. För att lägga in ytterligare en dimension infogades en z-axel vilket gjorde det möjligt för Arcmap att beräkna den tredje dimensionen mot ett höjdraster. Den tredje dimensionen som beräknades var altitud vilket angavs i meter. För att få fram beståndet i form av longitud och latitud skapades ett nytt *future dataset* med ett geografiskt koordinatsystem för att sedan infoga longitud och latitud i attributdata. Longitud och latitud angavs i grader och minuter.

Allt data från inventeringen och GIS-analyserna fördes sedan in i Excel för att spara data digitalt samt för att kunna sortera och analysera det.

Temperatursumman som använts i analysen beräknades genom att lägga ihop två lager med varandra i GIS. Detta gjordes med funktionen *Spatial join*. Beståndens position sammanfogades då med SMHI:s karta över temperatursumma under perioden 1980-2009. När detta var gjort gick det att utläsa temperatursumma i beståndens attributdata. SMHI:s karta över temperatursumma är framtagen enligt Odin, Eriksson och Perttu (1983).

De data och fältblanketten som använts återfinns under bilaga 7 och 8.

5.4 Statistiska analyser

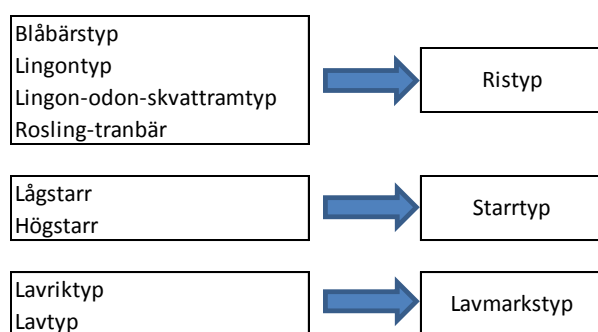
För att ta reda på om det fanns någon skillnad mellan antalet självföryngrade *P. contorta* och *P. sylvestris* gjordes ett parat t-test i Minitab 16. Testet gjordes genom att använda funktionen *Basic statistics*. De data som användes klistrades in till Minitabs *worksheet* vilket kom från det tidigare sammanställda grundmaterialet som skrevs in i Excel. De kolumner som valdes att testas var antalet självföryngrade *P. contorta* per ha mot antalet självföryngrade *P. sylvestris* per ha. Antalet observationer i testet var 24 stycken. Testet gjordes med ett 95 %

konfidensintervall. Vid ett 95 % konfidensintervall ska P-värdet vara mindre än 0,05 för signifikans annars förkastas nollhypotesen. I detta fall var nollhypotesen, H_0 : **Antalet självföryngrade *P. sylvestris* per ha är lika med antalet självföryngrade *P. contorta* per ha?** Mothypotesen var, H_1 : **Antalet självföryngrade *P. sylvestris* per ha är inte lika med antalet självföryngrade *P. contorta* per ha?**

Innan en regressionsanalys kan genomföras krävs en del förberedande arbete för att veta vilka variabler som ska användas. Det första som gjordes var att skapa en *Matrix plot* i Minitab. I en *Matrix plot* går det se om variabler har någon korrelation med varandra, om någon har det innebär det att de förklarar varandra och då får endast en av variablerna användas i regressionen. I detta fall fanns det inga variabler som starkt korrelerade med varandra, men ett mycket litet samband fanns mellan variablerna longitud och latitud. Detta samband var inte självklart och därför togs varken longitud och latitud bort som förklarande variabel i detta skede (Bilaga 6).

För att sätta siffror på hur stark korrelation det fanns mellan variablerna gjordes en korrelationstabell i Minitab med hjälp av funktionen *correlation*. Där ställdes alla förklarande variabler mot varandra och de med lågt P-värde och hög korrelationskoefficient var variabler som förklarar varandra. När detta var fallet togs en av variablerna bort från funktionen. Den variabel som togs bort var den som förklarade responsvariabeln sämst (antalet *P. contorta*/ha). I detta fall variablerna latitud och altitud (Bilaga 3 & 4).

Eftersom det inte fanns några numeriska värden på marktyp och vegetationstyp gjordes indikatorvariabler för dessa. Marktypen delades in i två grupper, hällmark och myrmark. Bestånd åtta var av marktypen trädlös myrmarksimpediment (M) men klassades in till att vara homogen trädbevuxen myrmarksimpediment (HO) eftersom det endast fanns en observation av trädöst myrmarksimpediment. Vad gäller vegetationstypen gjordes det tre klasser istället för de åtta typerna som dokumenterats vid inventeringen. Indelningen var således; blåbär, lingon, lingon-odon-skvattramtyp samt rosling-tranbär tilldelades gruppen ristyper. Högstarr och lågstarr tilldelades gruppen starrtyper, slutligen tilldelades lavtyp och lavriktyp gruppen lavmarkstyp (Figur 3).



Figur 3. De olika vegetationstypernas gruppindelning

När selekteringen av variablerna var slutförda påbörjades den linjära regressionsanalysen i Minitab för att analysera sambanden mellan variablerna. Regressionsanalysen gjordes med ett konfidensintervall på 90 % vilket innebar att variablerna var signifikant om P-värde var mindre 0,10. Att det gjordes en linjär regressionsanalys berodde på att y-variabeln (antalet *P. contorta*/ha) var beroende av flera andra förklarande variabler. I regressionsanalysen valdes antalet *P. contorta*/ha som *respons* variable (beroende variabel) och antal *P. sylvestris*/ha, ålder, marktyp (HE) samt vegetationstyp (ristyp) som *predictors* (förklarande variabel). För

att veta om regressionsmodellen var bra undersöktes variablernas *variance inflation factor* (VIF-värde), om samtliga VIF-värden var ungefär lika med ett var modellen bra då variablerna inte korrelerar med varandra (Bilaga 2). För en bra modell är det också viktigt att variansen är oberoende och normalfördelad, och i detta fall uppfyllde modellen samtliga krav (Bilaga 5).

6. RESULTAT

Resultatet av regressionsanalysen visade signifikans med ett konfidensintervall på 90 % för variablerna ristyp, hållmark, ålder och antalet *P. sylvestris*/ha. Den variabel som påverkade antalet *P. contorta*/ha mest var vegetationen ristyp vilken gav en ökning med 37 contortaplantor/ha. Om marktypen bestod av hållmark ökade antalet contortaplantor med 36 stycken/ha. Ett års åldersökning på beståndet ökade antalet contortaplantor med 11 stycken/ha. Slutligen hade antalet *P. sylvestris*/ha signifikans men denna gav endast en ökning på 0,03 *P. contorta*/ha. (Tabell 1).

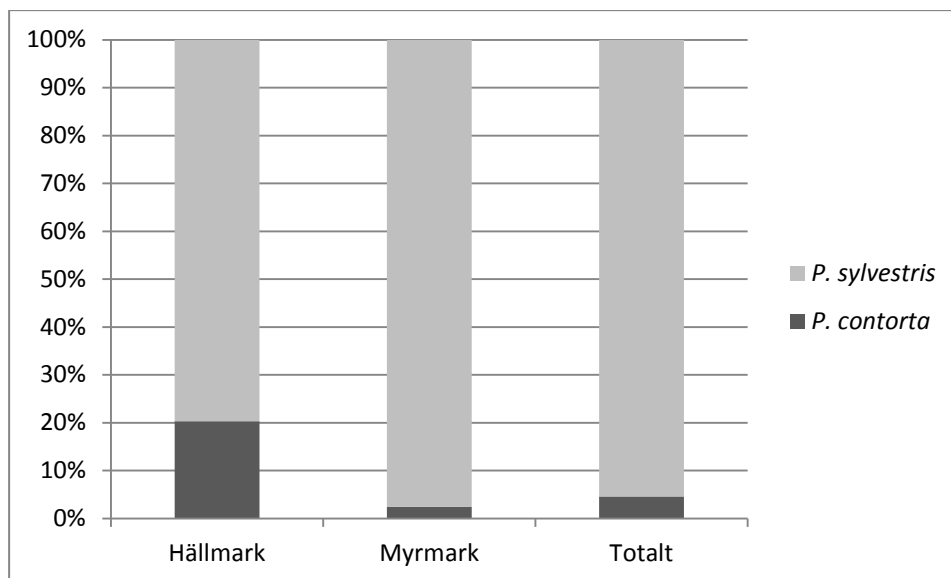
Tabell 1. P-värde för de variabler som förklarar antalet självspirrida *P. contorta*/ha samt hur mycket antalet plantor/ha ökar om variablerna stiger med en enhet vardera (konfidensintervall 90 %).

	Ökning (antal/ha)	P-värde
Ristyp	37	0,033
Hållmark	36	0,061
Ålder	11	0,076
Antal <i>P. sylvestris</i>/ha	0,03	0,097

Det parade t-testet var signifikant och visade att *P. sylvestris* självföryngrats i större omfattning än *P. contorta* (Tabell 2). På hållmark var andelsfördelningen mellan trädslagen per ha 80 % för *P. sylvestris* respektive 20 % för *P. contorta*. Vidare var andelsfördelningen på myrmark 98 % för *P. sylvestris* respektive 2 % för *P. contorta*. Totalt var andelsfördelningen mellan trädslagen per ha 95 % för *P. sylvestris* respektive 5 % för *P. contorta* (Figur 4).

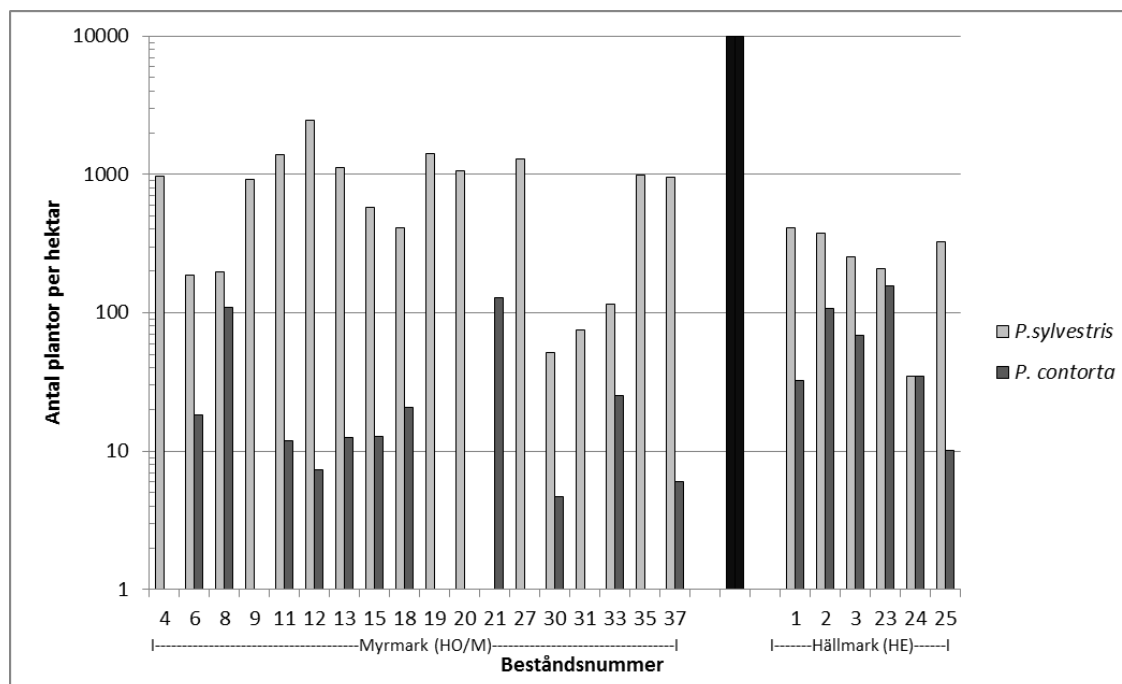
Tabell 2. Parat T-test där parametrarna är antalet självspirrida plantor av *P. sylvestris* och *P. contorta* per ha. P-värdet i testet är signifikant vilket betyder att nollhypotesen, H_0 : Antalet självföryngrade *P. sylvestris* per ha är lika med antalet självföryngrade *P. contorta* per ha, förkastas.

	N	Mean	StDev	SE Mean
Antal <i>P. sylvestris</i> /ha	24	659	607	124
Antal <i>P. contorta</i> /ha	24	32	46	9
Difference	24	627	629	128
95% CI for mean difference: (362; 893)				
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 4,88 P-Value = 0,000				



Figur 4. Andel självspridda plantor av *P. contorta* och *P. sylvestris* per ha på hällmark, myrmark och samtliga marktyper.

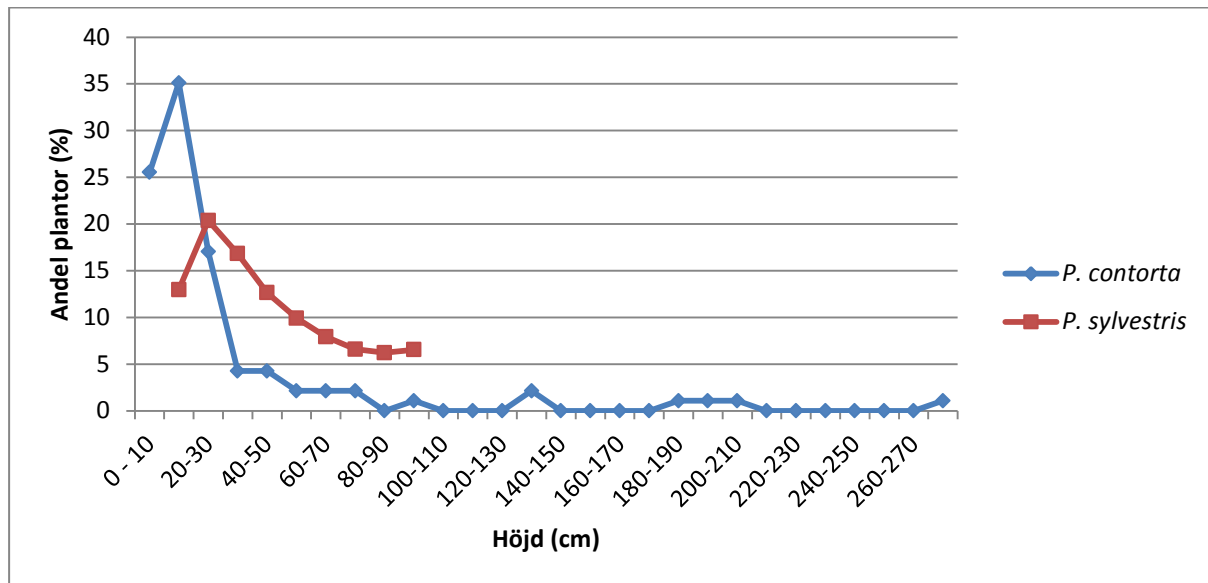
Bestånden som gränsade mot myrmark hade samtliga ett högre antal självföryngrade *P. sylvestris* än *P. contorta*, förutom bestånd 21 som saknade observationer av *P. sylvestris*. För hällmark hade bestånd 24 samma antal plantor av båda arterna, men i övrigt dominerade *P. sylvestris* (Figur 5). Medelantalet contortaplantor var 26 per ha medan antalet plantor på beståndsnivå varierade från 0-157 per ha.



Figur 5. Antal självspridda plantor av *P. contorta* och *P. sylvestris* per bestånd. Till vänster om det svarta är marktypen myrmark och till höger hällmark. Logaritmisk skala.

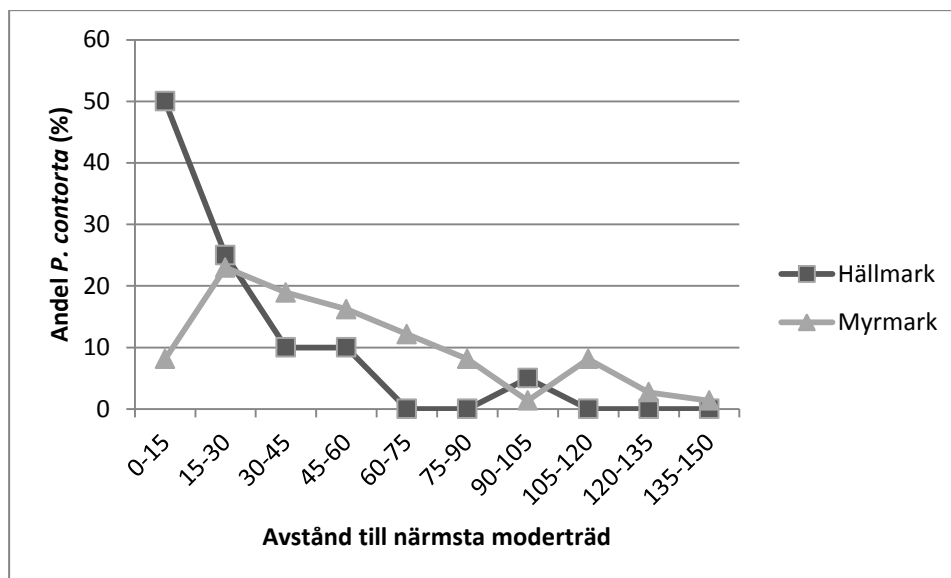
26 % av alla contortaplantor fanns inom höjdintervallet 0-10 centimeter för att i nästa höjdintervall öka till 35 %, därefter minskar andelen plantor i de kommande höjdintervallen. Gällande *P. sylvestris* fanns 13 % inom höjdintervallet 10-20 centimeter och ökar därefter till

20 % i höjdsintervallet 20-30. Därefter minskar andelen plantor med ökat höjdsintervall. Båda trädslagen fick lägre andelen plantor med ökad planthöjd (Figur 6).



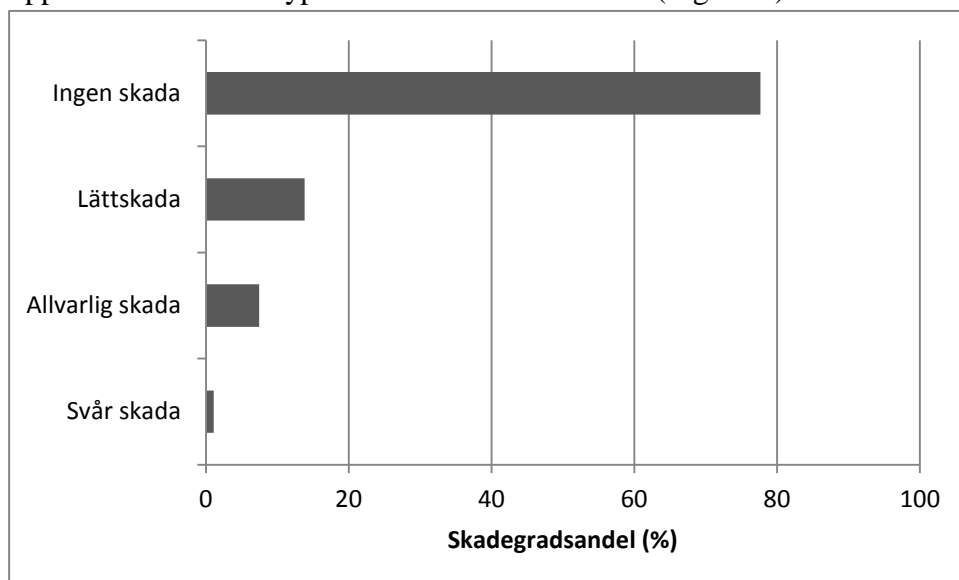
Figur 6. Höjdfördelningskurva för självspirida plantor av *P. contorta* och *P. sylvestris*.

Självspiridning av *P. contorta* på hällmark avtog med ökat avstånd från närmsta moderträd (Figur 7). Hela 75 % av alla contortaplantor som påträffades på hällmark hade spridits inom intervallet 0-30 meter från närmsta moderträd. Det längsta avstånd som *P. contorta* påträffades på denna typ av impedimentmark var 103 meter från närmsta moderträd. På myrmark påträffades endast 31 % av de självspirida contortaplantorna inom avståndsintervallet 0-30 meter, vilket är 44 % mindre än på hällmark. På myrmark hade contortaplantorna spridit längre och hade högre andel självföryngrade plantor på avstånd uppemot 120 meter. Det längsta avstånd som en contortaplanta spridit sig inom en transekt var 136 meter (Figur 7). Dessutom observerades en annan contortaplanta på 161 meter från närmsta moderträd. Observationen gjordes vid den subjektiva inventeringen och var det högsta uppmätta avstånd som *P. contorta* påträffats på under studien.

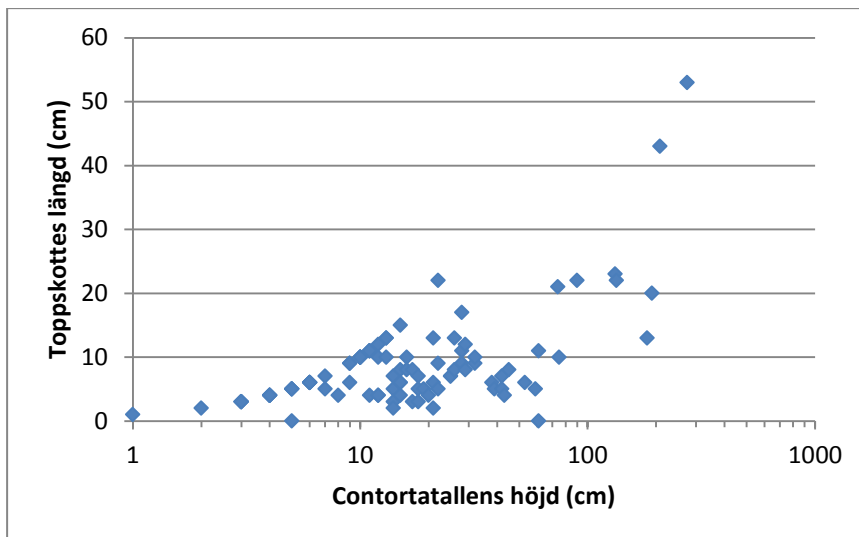


Figur 7. Procentuell fördelning av självspredda *P. contorta* på hällmark och myrmark vid olika avstånd från moderträden.

Av de fyra skadeklasserna var 78 % av contortaplantorna oskadade, 14 % lätt skadade, 7 % allvarligt skadade och 1 % svårt skadad (**Fel! Hittar inte referenskölla.**). Dessutom indikerar toppskottets längd att *P. contorta* har god tillväxt och vitalitet på impedimentmark (Figur 9). Skadeorsaken för de contortaplantor som var lätt skadade var 46 % av typen obestämd insektsskada, 38 % av hare/sork, 8 % av bete och 8 % av *Gremmeniella*. De plantor som var allvarligt skadade hade 29 % skadeorsaken obestämd insektsskada, 29 % hare/sork, 14 % okänd toppskada och 14 % bete. För gruppen som var svårt skadade hade 100 % av skadorna uppkommit av skadetyper obestämd insektsskada (Figur 10).

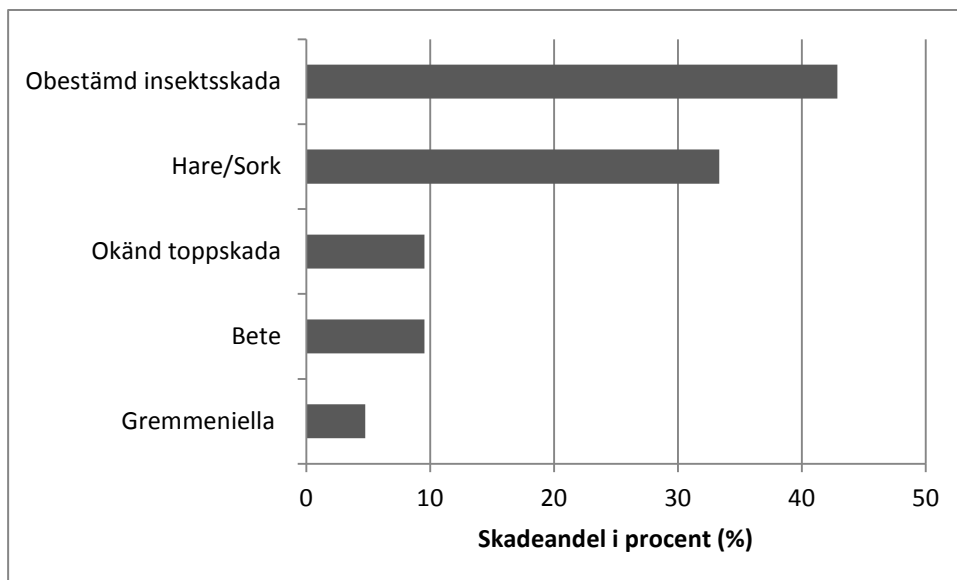


Figur 8 Procentuell fördelning av de fyra skadegradsklasserna på självspredda plantor av *P. contorta*.



Figur 9. Toppskottets längd i förhållande till contortatallens höjd.

De olika skadetypernas andelsfördelning, där obestämd insektskada står för 43 % av de skadade contortaplantorna, hare/sork för 33 %, okänd toppskada samt bete för 10 % vardera och slutligen *Gremmeniella* med 5 % (Figur 10).



Figur 10. Procentuell fördelning av skadeorsaker på självspridda plantor av *P. contorta*.

7. DISKUSSION

7.1 Har *P. contorta* självspridits mer än *P. sylvestris* på impedimentmark i Sverige?

Det parade T-testet som gjordes visade en signifikant skillnad mellan antalet självspridda contortaplantor i jämförelse med antalet *P. sylvestris* (Tabell 2). *P. contorta* stod för 20 % av de plantor som hittades på hällmark medan resterande 80 % var *P. sylvestris*. På myrmark var endast 2 % av de självspridda plantorna *P. contorta*. Det var alltså en stor skillnad på självspridningspotentialen hos *P. contorta* beroende på marktypen (Figur 4). Förklaringen kan vara att jorddjupet är mindre på hällmark än på myrmark vilket skulle kunna gynna frögroningen. En annan förklaring till skillnaden skulle kunna vara att det är något mindre och lägre konkurrerande vegetation på hällmark än på myrmark. Att det alltid verkar vara mer *P. sylvestris* än *P. contorta* kan förklaras av att det ofta fanns rikligt med kottproducerande *P. sylvestris* träd nära de inventerade impediment-ytorna. Självföryngringen av *P. sylvestris* har ju även pågått under en längre tid än de 35-39 år som *P. contorta* funnits närvarande. Sannolikt har *P. contorta* producerat frö endast under ca 25-30 år (Ledgard, 2001). Att *P. sylvestris* självföryngrats i större utsträckning än *P. contorta* strider mot Ohlson och Zackrisson (1992) som tvärtom fann att *P. contorta* har större potential att klara sig på impedimentmark. Anledningen till att *P. contorta* skulle ha bättre potential att klara sig på impedimentmark beror på dess överlägsna tillväxt i jämförelse med andra arter. Detta gör att contortatallen inte blir överväxt av *Sphagnum angustifolium/fuscum* i samma utsträckning som *P. sylvestris*.

7.2 Har *P. contorta* självspridit sig på impedimentmark?

P. contorta har i den här studien visat sig ha god spridningsförmåga på impedimentmark i Sverige då den som längst spridit sig 103 meter på hällmark och 136 meter på myrmark. Det är svårt att uttala sig om plantornas möjlighet till fortsatt spridning men vitaliteten vid inventeringen var god och kan tyda på att det finns risk för att *P. contorta* kommer kunna fortsätta självspridas. Engelm et al. (2001) anser det osannolikt att contortaplantorna skulle kunna nå frö mogen ålder på skuggiga och blöta partier. Framtida forskning får därför utvisa huruvida de självföryngrade contortaplantorna kommer att kunna fortplanta sig på impedimentmark i Sverige.

Eftersom alla i studien ingående contortaplantor fotograferades kunde det påvisas (med viss osäkerhet, då denna variabel inte registrerades i fält) att ingen av de inventerade contortaplantorna vara kottbärande. Det betyder att plantornas möjligheter till fortsatt självspridning hittills varit i det närmaste obefintlig.

De variabler som hade störst betydelse för antalet contortaplantor/ha var om vegetationen bestod av ristyp och marktypen var hällmark. Dessa gav en ökning i antalet contortaplantor/ha på 37 respektive 36 (Tabell 1 **Fel! Hittar inte referenskölla.**). En ökning av denna storlek kan ha stor betydelse för huruvida *P. contorta* skulle kunna sprida sig på dessa typer av mark. Från detta kan slutsatsen dras att odling av *P. contorta* i anslutning till hällmark bör undvikas för att minska risken för fortsatt självspridning.

Trots att vegetationen ristyp ger en stor ökning av antalet contortaplantor/ha är det svårt att uttala några direkta riktlinjer över huruvida odling av *P. contorta* ska undvikas på dessa marker. Detta eftersom ristypen består av en sammanslagning av flera olika arter (blåbär, lingon, lingon-odon-skvattram samt rosling-tranbär) vilket omöjliggör en specificering av vilken ristyp som påverkar antalet contortaplantor/ha. Hur som helst är det enligt denna studie att föredra odling intill starttyper samt lavmarker framför ristyper. Detta kan översättas till att självspridningen av *P. contorta* kan bli mindre på de torraste och fuktigaste ståndortstyperna.

Enligt den här studien visade det sig att antalet contortaplantor ökade med 11 stycken/ha per år. Det var dock oväntat att denna variabel skulle visa signifikans eftersom skillnaden i ålder mellan bestånden endast var fyra år. Därför bör det vara någon annan bakomliggande orsak till den stora spridningspotentialen. En möjlig orsak skulle kunna vara att olika provenienser använts, varav vissa provenienser haft lägre andel serotina kottar och därmed spridit mer frön. Perry och Lotan (1977) visade att det framförallt är unga träd mellan 20-30 år som inte är serotina vilket innebär att dessa borde ha större potential till självspridning. Alla de träd som ingick i studien var över 30 år och borde därför ha passerat åldern då *P. contorta* har störst förmåga till självspridning.

Regressionsanalysen visade vidare att antalet *P. sylvestris* korrelerar med antalet *P. contorta*, men ökningen av antalet *P. contorta*/ha var endast 0,03 vid en ökning av *P. sylvestris* med en enhet. Givetvis kan inte förekomsten av *P. sylvestris* plantor direkt påverka förekomsten av contortaplantor. Sambandet återspeglar snarare de olika ståndorternas lämplighet för självspridning och plantetablering.

Eftersom andelen serotina kottar varierar mellan olika träd skulle temperaturen kunna vara en variabel som förklarar självspridningen av *P. contorta*. Perry och Lotan (1977) menar att de flesta kottarna från serotina contortatallar öppnas inom temperaturen 40-60° C medan det även förekommer contortatallar som inte har serotina kottar vilka klängs vid 25° C. Regressionsanalysen visade emellertid inte något samband mellan temperatursumma och självspridningen av *P. contorta*. Orsaken till det skulle kunna vara att det inte är temperatursumman som är av betydelse utan temperaturextremerna som bidrar till en ökad kottklängning.

Denna studie har likt Edin (2000) och Sjödin (2011) bekräftat det naturliga förhållandet att antalet *P. contorta*/ha minskar med ökande avstånd till närmsta moderträd. Edin (2000) och Sjödin (2011) hade 84 % respektive 77 % av alla självspridda plantor inom tio meter från närmsta moderträd. Den här studien hade 10 % av alla självspridda plantor inom tio meter från närmsta moderträd på hållmark men endast 2 % på myrmark. Även om det är betydligt lägre andel självspridda plantor inom de första tio metrarna från moderträdet i denna studie är sambandet detsamma som Edin (2000) och Sjödin (2012), det vill säga att antalet plantor avtar med ökat avstånd från närmsta moderträd (Figur 2 & 7).

7.3 Skador

På grund av det begränsade underlaget gjordes inga statistiska analyser över vilka skador som dominerar, men stapeldiagrammet för skadorna visar att de flesta skadorna orsakades av insekter (43 %) följt av hare/sork (33 %) (Figur 10). Insektskadorna var många gånger gamla vilket gjorde det omöjligt att bedöma vilken insektsart som orsakat dem. Totalt hade 22 % av plantorna någon typ av skada, oftast av lindrig art. På den fyrgradiga skalan var det mest

oskadade plantor och antalet plantor inom varje kategori minskade med ökande skadegrad. Medelskadan för skador över 1 var endast 2,4 vilket innebär att de flesta skadorna var lindriga och inte kommer att påverka trädets framtida kvalitet (Figur 10).

7.4 Metodkritik och felkällor

Meningen med regressionsanalysen var till en början att det skulle ge svar på vilka variabler som hade betydelse för antalet självspridda contortaplantor/ha. Studien täckte in dessa frågor men tyvärr fick vissa förenklingar göras på grund av det begränsade antalet bestånd. Det var till exempel av denna anledning som valet gjorde att använda ett konfidensintervall på 90 % istället för det gängse 95 % konfidensintervallet. En av de förenklingar som gjordes i regressionsanalysen var att slå samman marktyperna, heterogen trädbevuxen- och trädlös myrmarksimpediment till en variabel (myrmark). En annan förenkling var att de olika vegetationstyperna delades in i tre grupper, ristyp, starrtyp och lavmarkstyp istället för de tidigare åtta olika klasserna.

En felkälla i inventeringen var att det ibland fanns en kantzon av inhemska träd mellan contortabeståndet och den impedimentmark som skulle inventeras. Detta noterades inte och därför har det inte gått att dra slutsatser huruvida detta påverkar självspidningen av *P. contorta*. Enligt Engelmark et al. (2001) skulle en kantzon kunna minska fröspidningen, och användas som skydd mot självspidning av *P. contorta*.

En annan brist var att avståndet från närmsta moderträd till de plantor som påträffades under den subjektiva inventeringen till en början inte mättes. Efter tre bestånd påbörjades dock mätningen med hjälp av global positioning systems (GPS).

7.5 Framtida studier

Denna studie visar att det troligen kommer spridas fler plantor av *P. contorta* ju äldre contortabestånden blir. Därför är det viktigt att om cirka tio år upprepa motsvarande studie för att snabbt kunna begränsa oönskad självspidning. Vid framtida inventeringar kan samma bestånd med fördel återinventeras då vissa objekt visat sig ha rikligt med *P. contorta* samtidigt som många varit helt fri från dem, detta för att kunna följa plantornas utveckling och spridning på impedimentmark.

En liknande fältblankett (Bilaga 8) skulle fungera bra vid insamling av data, men inventeringen av antalet *P. sylvestris* bör exkluderas vid en fortsatt studie, eftersom detta är mycket tidskrävande och sannolikt saknar vetenskaplig betydelse. Det viktigaste vid en framtida uppföljning är att se över hur många contortaplantor som blivit kottbärande, varför denna variabel måste tilläggas fältblanketten. Det kan även vara intressant att följa höjduitvecklingen hos *P. contorta* på impedimentmark för att veta hur bra de klarar av att växa på denna typ av biotop. För att veta vilken av de olika ristyperna som påverkar antalet *P. contorta*/ha mest kan det vara bra att göra en liknande inventering som enbart fokuserar på självspidning på ristypsvegetation.

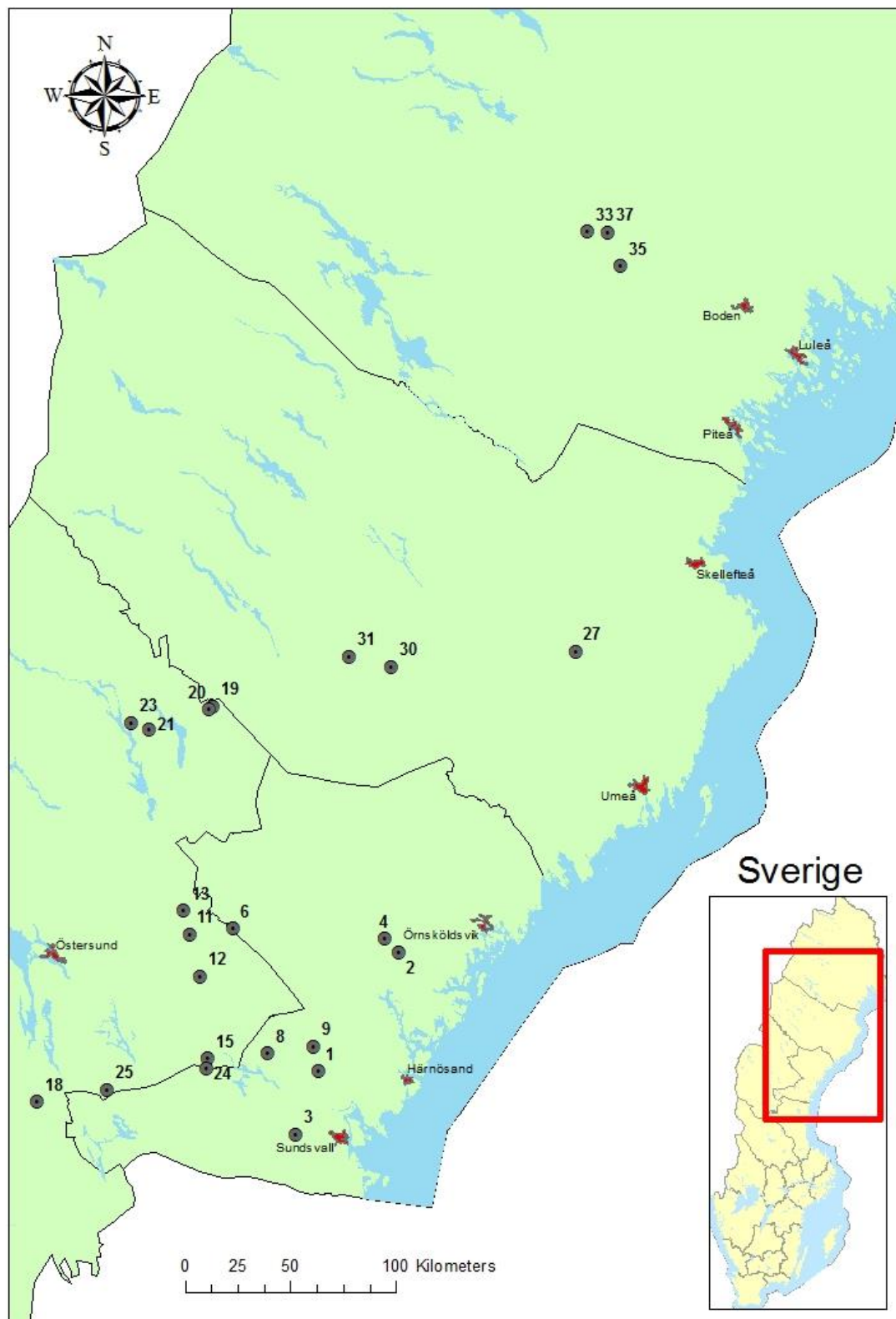
8. KÄLLFÖRTECKNING

- Edin, M., 2000. Contortatallens självspredning i anslutning till planterade bestånd i Norrland. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel, Umeå.
- Engelmark, O., 2011. Contortatall i Sverige – ett storskaligt ekologiskt experiment. Fakta skog, rön från Sveriges lantbruksuniversitet nr 9.
- Engelmark, O., Sjöberg, K., Andersson, B., Rosvall, O., Ågren, G. I., Baker, W.L., Barklund, P., Björkman, C., Despain, D. G., Elfving, B., Ennos, R. A., Karlman, M., Knecht, M. F., Knight, D. H., Ledgard, N. J., Lindelöw, Å., Nilsson, C., Peterken, G. F., Sörlin, S., Sykes, M. T., 2001. Ecological effects and management aspects of an exotic tree species: the case of the lodge pole pine in Sweden. *Forest Ecology and Management*. 141, 3-13.
- Hagner, S., 1989. Så blev contortatallen Sveriges tredje barrträd. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 89:6, 49-68.
- Hånell, B. 2008. *Handledning i bonitering del 4 torvmark praktiska anvisningar*. Upplaga 1. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Häggglund, B. & Lundmark, J.-E. 2004. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem del 3 Markvegetationstyper - Skogsmarksflora*. Upplaga 4. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Häggglund, B. & Lundmark, J.-E. 2007. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem del 1 definitioner och anvisningar*. Upplaga 6. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Kardell, L. & Wallsten, P. 1989. Några grupper attityder till Pinus contorta. Sveriges lantbruksuniversitet, avdelningen för landskapsvård, rapport 40.
- Karlman, M., Lundh, J.-E., & Martinsson, O., 1982. Instruktion för bestämning av våra vanligaste skador i föryngringar och försöksplanteringar av tall, contortatall och gran. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogsskötsel. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift*, nr 3.
- Karlman, M., 1984. Pathogens and other threats to Pinus contorta in northern Sweden. Univeristy of Umeå, department of ecology botany.
- Karlman, M., 2001. Risks associated with the introduction of Pinus contorta in northern Sweden with respect to pathogens. *Forest Ecology and Management*. 141, 97-105.
- Ledgard N. J., 1993. A review of research and management of natural regeneration of introduced lodgepole pine (Pinus contorta, Dougl.) with particular emphasis on its unwanted spread in New Zealand. Department of forest genetics and plant physiology, Swedish university of agricultural sciences. Raport 11:388-406.
- Ledgard, N. J., 2001. The spread of lodgepole pine (*P. contorta*, Dougl.) in New Zealand. *Forest Ecology and Management*. 141, 43-57.
- Marosy, M., Patton, R. F. & Upper, C.D., 1989. A conducive day concept to explain the effect of low temperature on the development of scleroderris shoot blight. *Phytopathology* 79: 1293-1301.
- Norgren, O. & Elfving, B., 1994. Needle size and nitrogen concentration of Pinus sylvestris and Pinus contorta. *Scand. J. For. Res.* 9, 165-169.

- Odin, H., Eriksson, B. & Perttu, K., 1983. Temperaturklimatkartor för svenskt skogsbruk. Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära, SLU, Uppsala
- Ohlson, M. & Zackrisson, O., 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Can. J. For. Res.* 22: 1869-1877.
- Rosvall, O. & Ericsson, T., 1989. Contortatall i Norrland – erfarenheter och framtida odlingsförutsättningar. Institutet för skogsförbättring, Sävar, 26-35.
- Perry D.A, Lotan, J.E., (1977). Opening temperatures in serotinous cones of lodge pole pine. Intermountain forest and range experiment station, research note, INT-228. Ogden, UT 6.
- Rejmanek, M. & Richardson, D. M., 1996. What attributes make some plant species more invasive. *Ecology* 77, 1655-1661.
- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C.J, 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*. 6, 93-107.
- Rosvall, O. & Wennström, U., 2008. Förädlingseffekter för simulering med Hugin i SKA 08. Skogforsk, arbetsrapport 665.
- Skogsdata, 2010. *Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Contortatall i Sverige*. Sveriges officiella statistik. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå.
- Skogsstyrelsen, 1992. Contortatallen i Sverige – en lägesrapport. Skogsstyrelsens contortautredning.
- SKSFS (2011:7). Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd till skogsvårdslagen (SFS 2010:931). Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Sjödén, J., 2012. Undersökning av självspridning av contortatallen i norra Sverige. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Rapport 13.
- Von Segebaden, G., 1993. Lodgepole pine in Sweden, a situation report. Department of forest genetics and plant physiology, Swedish university of agricultural sciences. Report 11:8-23
- Yokota, S., 1975. Scleroderris canker of Todo-fir in Hokkaido, northern Japan. IV. An analysis of climate data associated with the outbreak. *Eur. J. For. Path.* 4, 155-166.

9. BILAGOR

Bilaga 1. De numrerade grå punkterna är alla bestånd som inventerats under arbetet.



Bilaga 2. Den regressionsanalys som gjordes för att ta reda på vilka variabler som påverkar antalet contortaplantor per ha.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-367,0	215,3	-1,70	0,105	
Antal tall/ha	-0,025	0,014	-1,75	0,097	1,541
Ålder	10,885	5,803	1,88	0,076	1,184
Ristyper	36,80	16,05	2,29	0,033	1,136
Marktyp_HE	36,33	18,23	1,99	0,061	1,237

S = 34,8 R-Sq = 53,0% R-Sq(adj) = 43,1%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	4	25920	6480	5,36	0,005
Residual Error	19	22969	1209		
Total	23	48889			

Source	DF	Seq SS
Antal tall/ ha	1	10442
Ålder	1	2571
Ristyper	1	8107
Marktyp_HE	1	4800

Unusual Observations

Obs	Antal tall/ ha	Antal contorta/ ha	Fit	SE Fit	Residual	St Resid	
2	375		107,14	40,61	16,60	66,53	2,18R
15	0		127,92	61,67	20,38	66,25	2,35R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Bilaga 3. Korrelationstabell för att se vilka variabler som förklarar responsvariabeln (antal *P. contorta*/ha).

Total transekt-	Antal contorta/ -0.319 0.129	Total transekt-	Long
Long	-0.264 0.213	0.078 0.717	
Latitud	-0.149 0.487	0.154 0.474	0.736 0.000
Altitud (m)	0.091 0.671	0.275 0.194	-0.442 0.030
Antal tall/ he	-0.462 0.023	0.116 0.589	0.054 0.802
Ålder	0.376 0.070	0.104 0.627	-0.054 0.803
Skadegrad contor	0.731 0.000	-0.353 0.090	-0.196 0.359
Temperatur summa	0.164 0.442	-0.253 0.232	0.039 0.857
Altitud (m)	Latitud -0.077 0.722	Altitud (m)	Antal tall/ he
Antal tall/ he	0.047 0.827	-0.458 0.024	
Ålder	0.167 0.436	0.390 0.060	-0.349 0.094
Skadegrad contor	-0.226 0.288	-0.092 0.667	-0.309 0.142
Temperatur summa	-0.486 0.016	-0.604 0.002	0.096 0.655
Skadegrad contor	Ålder 0.051 0.813	Skadegrad contor	
Temperatur summa	-0.328 0.117	0.355 0.089	

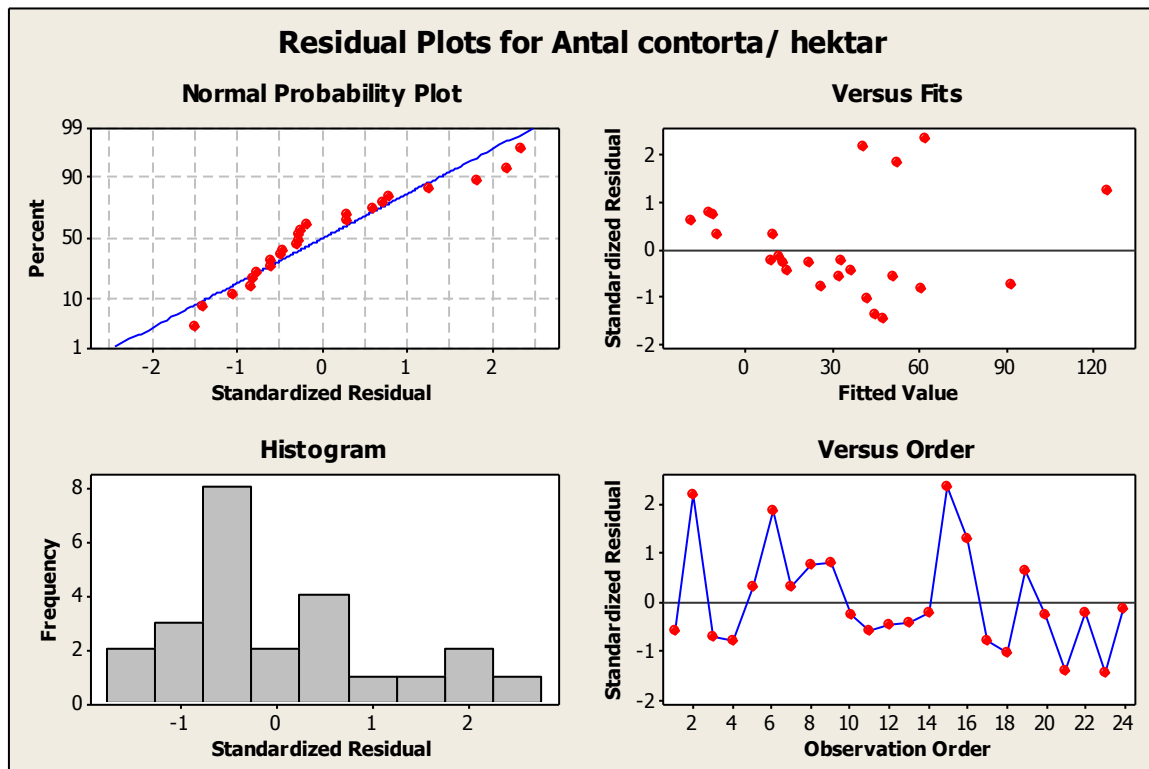
Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Bilaga 4. Korrelationstabell som visar korrelationen mellan de förklarande variablerna.

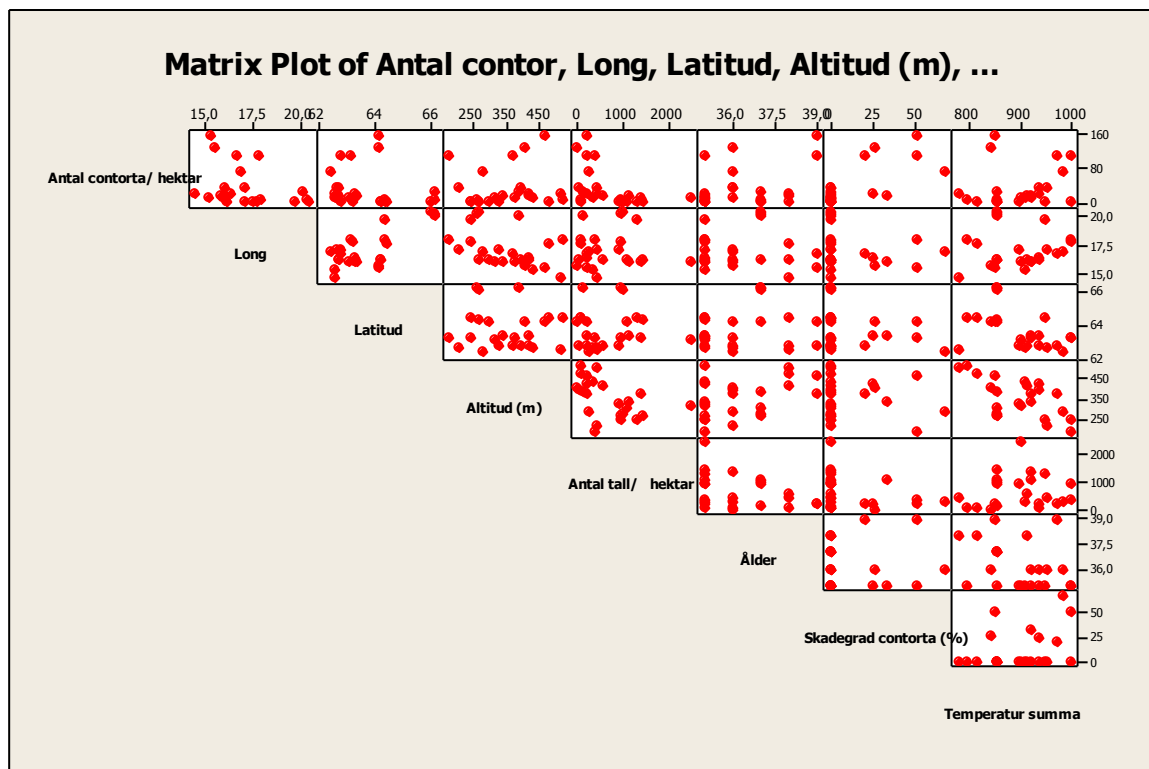
	Total transekt-	Long	Latitud
Long	0.078 0.717		
Latitud	0.154 0.474	0.736 0.000	
Altitud (m)	0.275 0.194	-0.442 0.030	-0.077 0.722
Antal tall/ he	0.116 0.589	0.054 0.802	0.047 0.827
Ålder	0.104 0.627	-0.054 0.803	0.167 0.436
Skadegrad contor	-0.353 0.090	-0.196 0.359	-0.226 0.288
Temperatur summa	-0.253 0.232	0.039 0.857	-0.486 0.016
	Altitud (m)	Antal tall/ he	Ålder
Antal tall/ he	-0.458 0.024		
Ålder	0.390 0.060	-0.349 0.094	
Skadegrad contor	-0.092 0.667	-0.309 0.142	0.051 0.813
Temperatur summa	-0.604 0.002	0.096 0.655	-0.328 0.117
	Skadegrad contor		
Temperatur summa	0.355 0.089		

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Bilaga 5. Graferna som togs fram för att stärka resultatet i regressionsanalysen.



Bilaga 6. Matrix plot för samtliga variabler.



Bilaga 7. Delar av det data som erhållits från inventering och GIS-analyser, sammanställt i tabellform vilket använts vid all analysering.

Bestånd	Total transekt-längd	Antal contorta/ bestånd	Antal contorta/ hektar	Antal tall/ bestånd	Antal tall/ hektar	Subjektivt funna contorta-plantor	Longitud	Latitud	X-koordinat	Y-koordinat	Altitud (m)	Ålder	Skadegrad contorta (%)	Marktyp	Temperatursumma	Vegetationstyp
1	466	3	32	38	408	7	17,1	62,7	6952829	1567461	211	36	0	HE	952	Lavmarkstyp
2	280	6	107	21	375	2	17,9	63,2	7008746	1605476	182	35	50	HE	999	Lavmarkstyp
3	217	3	69	11	253	1	16,9	62,4	6922988	1557057	282	36	67	HE	984	Ristyper
4	713	0	0	138	968	0	17,8	63,2	7015505	1598815	247	35	0	HO	999	Ristyper
6	1091	4	18	41	188	9	16,3	63,3	7020358	1527123	423	35	25	HO	935	Startyp
8	1200	26	108	47	196	41	16,7	62,8	6961312	1543780	374	39	19	HO	974	Startyp
9	770	0	0	142	922	3	17,1	62,8	6964617	1565553	327	35	0	HO	896	Startyp
11	843	2	12	236	1400	4	15,9	63,3	7017491	1506757	375	36	0	HO	922	Startyp
12	677	1	7	334	2467	0	16,0	63,1	6997619	1511807	319	35	0	HO	900	Ristyper
13	1190	3	13	267	1122	4	15,9	63,4	7028595	1503955	341	35	33	HO	922	Ristyper
15	1186	3	13	136	573	4	16,1	62,7	6958893	1515373	417	38	0	HO	912	Startyp
18	1200	5	21	99	413	5	14,5	62,6	6938216	1434275	515	38	0	HO	778	Startyp
19	579	0	0	164	1416	2	16,2	64,2	7125364	1517836	267	35	0	HO	852	Ristyper
20	852	0	0	181	1062	0	16,1	64,2	7123808	1515849	302	37	0	HO	852	Startyp
21	899	23	128	0	0	36	15,6	64,1	7114645	1487732	410	36	26	HO	840	Ristyper
23	191	6	157	8	209	15	15,4	64,2	7117550	1479029	471	39	50	HE	850	Ristyper
24	145	1	34	1	34	2	16,1	62,7	6954261	1514413	394	36	0	HE	936	Lavmarkstyp
25	493	1	10	32	325	2	15,2	62,6	6944113	1467743	435	35	0	HE	910	Lavmarkstyp
27	1057	0	0	273	1291	0	19,7	64,4	7151352	1689153	244	35	0	HO	949	Startyp
30	1060	1	5	11	52	2	17,9	64,4	7144079	1602147	520	35	0	HO	794	Startyp
31	603	0	0	9	75	0	17,5	64,4	7148826	1582010	480	38	0	HO	812	Startyp
33	996	5	25	23	115	27	20,1	66,2	7349934	1695022	387	37	0	HO	854	Startyp
35	740	0	0	145	980	0	20,5	66,0	7333689	1710599	272	37	0	HO	854	Ristyper
37	838	1	6	159	949	0	20,3	66,2	7349683	1704425	266	37	0	HO	854	Startyp

Bilaga 8. Den fältblankett som använts vid inventeringen i fält.

Transekt nr: _____

Längd (m): _____

Objekt nr: _____

Förband: _____

1	Antal contorta-plantor	Antal tall-plantor	Plantans höjd (cm)	Närmaste frökälla (m)		Skade-grad; 1,2,3,4	Typ av skada	Foto ja/nej	Toppskott-ets längd (cm)	Impedim-ent typ/jorddjup (cm)	Vegetation-styp	Subjektivt funna contortaplantor		Impediment typ
				Contorta								Antal	Höjd (cm)	
2														H = Hällmark
3														M = Trädlös imp.
4														TI = Trädbevuxen imp.
5														Skadegrad
6														
7														
8														
9														1 = Ingen skada
10														2 = Lätt skada
11														3 = Allvarlig skada
12														4 = Svår skada
13														Transektriktning: Impediment typ: Vegetationstyp: Jorddjup:
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														
30														

Datum: _____

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:20 Författare: Robyn Hooper
Climate change impacts and forest management adaptation measures in Sweden and British Columbia, Canada: A case study of Swedish forest managers
- 2012:21 Författare: Addisu Almaw Semeneh
Effects of trees and termite nests in agroforestry parklands on preferential water flows: image analysis of soil profiles after rain simulations and dye experiments
- 2012:22 Författare: Torun Bergman
Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn
- 2012:23 Författare: Johan Bäckman
Umebors åsikter rörande grönområden
- 2012:24 Författare: Andreas Engström
Insekter i hårt törskateangripna ungtdallbestånd i Norrbotten. Skadeinventering och artbestämning
- 2013:1 Författare: Jenny Nilsson
Biogallring – effektivitet och lönsamhet vid gallring i ung skog
- 2013:2 Författare: Vidar Sjögren
Naturlig förnygring efter markberedning med harv eller Bracke Planter i Småland
- 2013:3 Författare: Hanna Jönsson
Kan vistelse i skogs- eller hantverksmiljö sänka stressade personers stressnivå? En jämförande studie
- 2013:4 Författare: Sven-Erik Zimmer
Effekter av höggallring i flerskiktad skog - beståndsutveckling i ett fältförsök med Naturkultur
- 2013:5 Författare: Javier Segura Angulo
Autumn water sources for understory vegetation and fungi in a boreal forest: An evaluation using stable isotopes
- 2013:6 Författare: Frida Snell
Bevarande av hotade epifytiska lavar och vedsvampar i Norrbottens län. – Rödlistan som verktyg i praktisk naturvård
- 2013:7 Författare: Ebba Okfors
Ekoturism i jordbrukslandskap – ett vinnande koncept? En tvärvetenskaplig studie om kulturvärden och naturvärden på Sjögetorp
- 2013:8 Författare: Anna Hallmén
Hur kan mångfalden gynnas på SCA:s naturvårdsareal? Natur- och kulturvärden i Peltovaara mångfaldspark
- 2013:9 Författare: Mattias Söderholm
Verktyg och metoder för kontroll av dubbskadedjup på timmerstockar - metodutveckling
- 2013:10 Författare: Johan Karlsson
Modellering av diametern hos tall (*Pinus sylvestris*) som en effekt av beståndstäthet och biomekanik
- 2013:11 Författare: Lisa Wik Persson
Nitrogen fixation among boreal feather mosses along a clear-cut chronosequence

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se